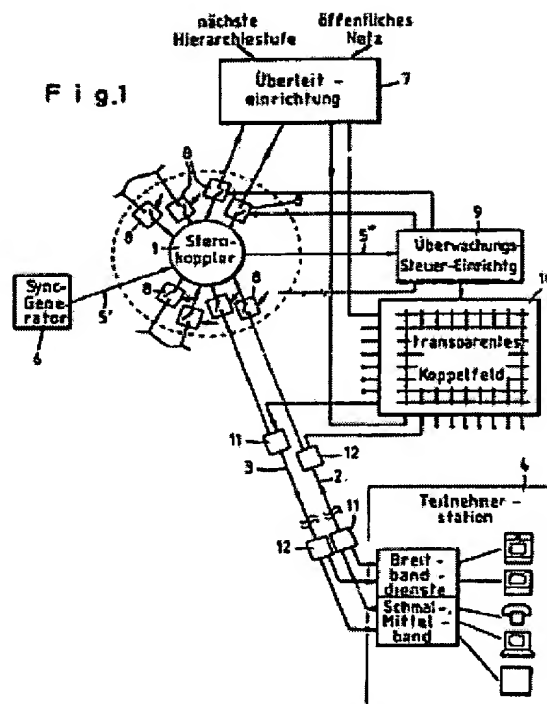


## Local communications system with a star-type network

**Patent number:** DE3420814  
**Publication date:** 1985-12-05  
**Inventor:** HERMES THOMAS DR ING (DE); HEYDT GUENTER  
 DIPL ING (DE); KREUTZER HEINRICH W DIPL ING  
 (DE)  
**Applicant:** HERTZ INST HEINRICH (DE)  
**Classification:**  
 - international: H04J3/24; H04J15/00; H04B9/00  
 - european: H04Q11/04S2  
**Application number:** DE19843420814 19840530  
**Priority number(s):** DE19843420814 19840530

### Abstract of DE3420814

Local communications systems exist for different services. In PBX systems, >>telephony<< is of prime concern. Distributed processors communicate via data buses. The problem of implementing or including broadband services and the use of optical telecommunications at least in parts of such a system is still essentially unresolved. A local communications system according to the invention is designed for optical and/or electrical channels and offers enough flexibility to meet most of the sector-specific requirements for individual services but nevertheless to develop the integration of services. The components located between the subscriber stations are essentially passive. The network is designed with a star structure. Narrow and medium-band traffic is handled in a fully synchronous time division multiplex system with random access and high-speed circuit switching. In an intrinsically separate transportation of broadband services, their signalling is carried out as for narrowband services. Unauthorised access to time slots can be prevented through additional measures.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift  
11 DE 3420814 A1

21 Aktenzeichen: P 34 20 814.3  
22 Anmeldetag: 30. 5. 84  
43 Offenlegungstag: 5. 12. 85

51 Int. Cl. 4:  
H04J 3/24  
H 04 J 15/00  
H 04 B 9/00

DE 3420814 A1

71 Anmelder:

Heinrich-Hertz-Institut für Nachrichtentechnik Berlin  
GmbH, 1000 Berlin, DE

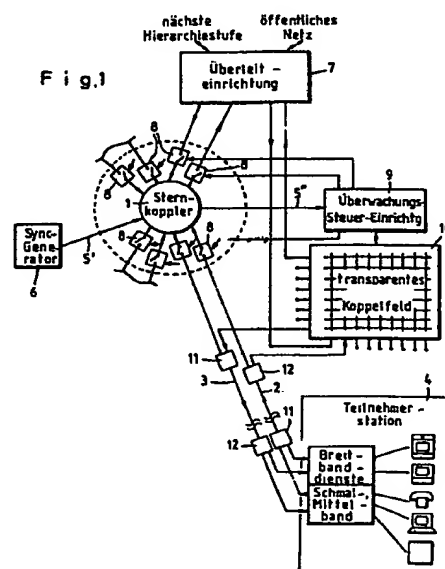
72 Erfinder:

Kreutzer, Heinrich W., Dipl.-Ing.; Hermes, Thomas,  
Dr.-Ing.; Heydt, Günter, Dipl.-Ing., 1000 Berlin, DE

64 Lokales Kommunikationssystem mit einem Sternnetz

Lokale Kommunikationssysteme gibt es für unterschiedliche Dienste. In privaten Nebenstellenanlagen steht »Fernsprechen« im Vordergrund. Verteilte Rechner kommunizieren über Datenbusse. Noch weitgehend ungeklärt ist die Realisierung oder Einbeziehung von Breitbanddiensten sowie der Einsatz der optischen Nachrichtentechnik zumindest in Teilen eines derartigen Systems.

Ein Lokales Kommunikationssystem gemäß der Erfindung ist für optische und/oder elektrische Kanäle ausgelegt und bietet ausreichende Flexibilität, um branchenspezifische Anforderungen an einzelne Dienste weitgehend zu erfüllen und dennoch die Dienstintegration zu fördern. Die zwischen den Teilnehmerstationen befindlichen Komponenten sind im wesentlichen passiv. Das Netz ist in Sternstruktur ausgelegt. Der schmal- und mittelbandige Verkehr wird in einem vollsynchrone Zeitmultiplexsystem mit wahlfreiem Zugriff und schneller Leitungsvermittlung abgewickelt. Bei einer an sich davon getrennten Führung von Breitbanddiensten erfolgt deren Signalisierung wie bei Schmalbanddiensten. Ein unbefugter Zugriff auf Zeitschlitzes läßt sich durch zusätzliche Maßnahmen verhindern.



DE 3420814 A1

01 HEINRICH-HERTZ-INSTITUT FÜR NACHRICHTENTECHNIK BERLIN  
GMBH O1/05 84 DE

Patentansprüche

05

- (1) Lokales Kommunikationssystem (LKS) mit einem Sternnetz für ein vollsynchrones Zeitmultiplexsystem mit wahlfreiem Zugriff (TDMA-System) und einer maximalen Datenrate bis in den Gbit/s-Bereich für die integrierte Abwicklung mit schneller Leitungsvermittlung von unterschiedlichen Diensten, d. h. Schmalbanddiensten mit einem Bandbreitenbedarf bis 64 kbit/s und Mittelbanddiensten mit einem Bandbreitenbedarf weit über 64 kbit/s, sowie gegebenenfalls zumindest einer schmalbandigen Signalisierung bei Breitbanddiensten, gekennzeichnet durch optische und/oder elektrische Kanäle, für die für jede Teilnehmerstation (4) für die Sende- und die Empfangsrichtung getrennte, in einem zentralen Sternkoppler (1) zusammengeführte Anschlußleitungen (2,3) vorgesehen sind und die Teilnehmerstationen (4) solche Komponenten enthalten, die für den Zugriff auf einen Kanal benötigt werden.
- 25 2. Lokales Kommunikationssystem nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch einen Synchronisierzeichen-Generator (6), der einen leeren Zeitmultiplexrahmen erzeugt und diesen über eine Sendeleitung (5') in den zentralen Sternkoppler (1) einspeist.
- 30 3. Lokales Kommunikationssystem nach Anspruch 1 oder 2, gekennzeichnet durch Zeitschlitz des Zeitmultiplexrahmens mit Schutzzonen (GT1, GT2) am Anfang und am Ende eines Zeitschlitzes.

- 01 4. Lokales Kommunikationssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3, gekennzeichnet durch eine beliebig wählbare Bitrate innerhalb des Nutzbereichs eines Zeitschlitzes.
- 05 5. Lokales Kommunikationssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3, gekennzeichnet durch einen Kanal erhöhter, aus mehreren Zeitschlitzten innerhalb eines Rahmens gebildeter Datenrate.
- 10 6. Lokales Kommunikationssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 5, gekennzeichnet durch ein eigenes transparentes Koppelfeld (10) mit einer reinen Raumstufe für die Durchschaltung von Breitbanddiensten, an das für
- 15 jede Teilnehmerstation (4) für die Sende- und die Empfangsrichtung getrennte Anschlußleitungen (2,3) angeschlossen sind.
- 20 7. Lokales Kommunikationssystem nach Anspruch 6, gekennzeichnet durch optische Schalter in  $\text{LiNbO}_3$ -Technik, aus denen das Koppelfeld (10) für die Durchschaltung der Breitbanddienste aufgebaut ist.
- 25 8. Lokales Kommunikationssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 7, gekennzeichnet durch Schalter (8) an den Anschlußleitungen (2,3) für die Sende- und die Empfangsrichtung am zentralen Sternkoppler (1) und durch eine als Überwachungseinrichtung (9) für den Belegungszustand der Kanäle ausgebildete Station, die die Schalter (8) dem Belegungszustand entsprechend steuert.
- 30

O1 9. Lokales Kommunikationssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 8, gekennzeichnet durch eine als Überleiteinrichtung (7) zu einem anderen, insbesondere öffentlichen Netz ausgebildete Station.

O5 10. Lokales Kommunikationssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 9, gekennzeichnet durch eine für Überwachungs-, Überleit-, Steuer- und insbesondere Gebührenerfassungsaufgaben ausgebildete Station.

01 HEINRICH-HERTZ-INSTITUT FÜR NACHRICHTENTECHNIK BERLIN  
GMBH 01/0584 DE

Lokales Kommunikationssystem mit einem Sternnetz

05

Die Erfindung bezieht sich auf ein lokales Kommunikationssystem - LKS - der im Oberbegriff des Patentanspruches 1 angegebenen Art, wie es insoweit auch dem Inhalt der Patentanmeldung DE - P 34 19 087.2 zu entnehmen ist.

10

Als "Lokales Kommunikationssystem - LKS" werden sehr unterschiedliche Systeme bezeichnet, die sich zudem in schneller Weiterentwicklung befinden. So wird dieser Begriff beispielsweise im Bereich privater Nebenstellenanlagen verwendet. Dort steht der Dienst "Fernsprechen" im Vordergrund, für den eine zentrale digitale Vermittlungstechnik auf der Basis des 64 kbit/s-Kanal entsteht. Wird ein schneller Verbindungsaufbau in ca. 5 ms oder weniger eingeführt, läßt sich eine Fülle weiterer Schmalbanddienste in solchen Nebenstellenanlagen abwickeln.

Als Lokales Kommunikationssystem werden aber auch lokale Datenübertragungsanlagen bezeichnet. Sie unterscheiden sich von Fernsprech-Nebenstellenanlagen durch die Übertragungsrate (derzeit einige Mbit/s), teilnehmerzugeordnete Steuerungen, Paketvermittlung usw. In der Regel fallen dort die zu übermittelnden Daten in verhältnismäßig geringem Umfang und in sehr unregel-

30

01 mäßigen Abständen an.

Die nachfolgend aufgeführten, eine begrenzte Auswahl  
repräsentierenden Veröffentlichungen spiegeln den der-  
zeitigen Stand der Entwicklung optischer Kommunikati-  
onssysteme wieder. Aus "Siemens Forsch.-u.Entwickl.-  
Ber." Bd. 9 (1980) Nr. 1 Seiten 32 bis 37 ist bekannt,  
unter welchen Voraussetzungen Sternkoppler-Konfigura-  
tionen für Lichtwellenleiter-Bussysteme in einer ver-  
teilten Multimikrocomputerstruktur zum Einsatz kommen  
können. Einen weiteren Überblick zu optischen Datenbus-  
sen in verteilten Rechner-Systemen bietet "Optische In-  
formationsübertragung mit Lichtwellenleitern", VDE-  
Verlag Berlin 1982 (Kontakt & Studium Bd. 96), dort Ka-  
pitel 8, Seiten 119 bis 144. Das sich dort anschließende  
Kapitel 9, Seiten 145 bis 173, befaßt sich mit der  
digitalen und analogen optischen Breitband-Übertragungs-  
technik. Eine weitere Darstellung von lokalen Kommuni-  
kationssystemen auf der Basis der Technologie für fa-  
seroptische Kommunikation findet sich in "Siemens  
Forsch.-u.Entwickl.-Ber." Bd. 12 (1983) Nr. 1, Seiten  
3 bis 10. Über ein digitales integriertes Netz, insbe-  
sondere dessen Komponenten, Struktur und Organisation  
des Systems wurde anlässlich des "1978 International  
Zurich Seminar on Digital Communication", 7./9.März  
1978 - s. "Proceedings", S. B 7.1 bis B 7.6 - berichtet.

Hieraus läßt sich folgende Tendenz ablesen: Für einige  
Anwendungsbereiche liegen zahlreiche Vorschläge bzw.  
sogar marktfähige Systeme vor. Zukunftssichere Systeme  
beruhen auf optischer Nachrichten- oder Datenübertra-  
gung. Die Einbeziehung von Diensten aller Kategorien,  
d.h. von Schmal-, Mittel- und Breitbanddiensten in ein  
Lokales Kommunikationssystem ist aber noch weitgehend  
ungeklärt.

01 Die oben genannte ältere Anmeldung DE - P 34 19 087.2  
ist streng auf die zukünftige optische Nachrichtentechnik ausgerichtet und geht davon aus, daß ein solches  
System große Flexibilität aufweisen muß, um die sehr  
05 heterogenen Voraussetzungen, d. h. die Vielzahl branchenspezifischer Anforderungen, erfüllen zu können.  
Dem entsprechend wird dort für ein System mit optischen Kanälen zur Lösung ein vollsynchrones Zeitmultiplexsystem mit wahlfreiem Zugriff (TDMA-System) und  
10 einer maximalen Datenrate im Gbit/s-Bereich für die integrierte Abwicklung mit schneller Leitungsvermittlung von unterschiedlichen Diensten, d. h. Schmalbanddiensten mit einem Bandbreitenbedarf bis 64 kbit/s und  
Mittelbanddiensten mit einem Bandbreitenbedarf weit  
15 über 64 kbit/s sowie gegebenenfalls zumindest einer schmalbandigen Signalisierung bei Breitbanddiensten vorgeschlagen.

Die Bedeutung der elektrischen Nachrichtentechnik wird  
20 sich ohne Zweifel mit fortschreitender Entwicklung optischer Komponenten und Systeme verändern, wahrscheinlich geringer werden; eine Verdrängung oder völlige Ablösung durch die optische Nachrichtentechnik ist ohnehin nicht in allen Bereichen möglich und vollzieht  
25 sich keinesfalls überstürzt oder schlagartig. Die Erfahrung zeigt überdies, daß sich ziemlich weit in die Zukunft gerichtete Vorschläge häufig vorteilhaft auf herkömmliche Lösungen auswirken, d. h. dort zu Verbesserungen führen.

30 Die Erfindung geht deshalb davon aus, daß zumindest für eine Übergangszeit ein Interesse an Systemen besteht, deren Funktionsweise, Dienstespektrum und dergleichen



- 01 im Hinblick auf konkurrierende neuartige Entwicklungen  
diesen weitgehend angeglichen werden, sich aber mit  
herkömmlichen, gegebenenfalls verbesserten Mitteln, im  
vorliegenden Fall also weiterhin mit Verfahren und  
05 Einrichtungen der elektrischen Übertragungs- und Ver-  
mittlungstechnik, sowie mit hybriden, im vorliegenden  
Fall also gemischt optisch und elektrischen Systemen,  
realisieren lassen.
- 10 Im kennzeichnenden Teil des Patentanspruches 1 sind  
die Merkmale der erfindungsgemäßen Lösung für diese  
Aufgabe angegeben. Der Unterschied gegenüber einem Lo-  
kalen Kommunikationssystem, das der älteren Anmeldung  
DE - P 34 19 087.2 entspricht, besteht also in der  
15 Hauptsache darin, daß zur Realisierung derselben Funk-  
tionen hier weitgehend bis ausschließlich elektrische  
Systeme, Komponenten und Einrichtungen zum Einsatz  
kommen können, während dort, bis auf unverzichtbare  
Elektronik in Teilnehmerstationen und dergleichen, ein  
20 System mit Übertragung und Vermittlung der Nachrichten  
im optischen Bereich als Voraussetzung anzusehen ist.

Unter Berücksichtigung dieses Unterschiedes können für  
die Beurteilung des vorliegenden und des der genannten  
25 älteren Anmeldung zu entnehmenden Lokalen Kommunikati-  
onssystems im übrigen dieselben Voraussetzungen zu-  
grundegelegt werden. Die entsprechenden Schlußfolgerun-  
gen fallen im vorliegenden Fall sicherlich nicht ungün-  
stiger aus als bezüglich der Lösung mit nur optischen  
30 Kanälen. Dies gilt beispielsweise für die Realisierung  
eines elektrischen Sternkopplers, einer zentralen Ein-  
richtung mit ODER-Funktion und gegebenenfalls Treibern  
oder Verstärkern an den einzelnen Anschlußleitungen.

- 01 Die einzelnen Merkmale der erfindungsgemäßen Lösung  
sind für sich genommen zweifellos in diesem oder jenem  
Zusammenhang bereits bekannt. Dies ist durchaus ge-  
wollt, da eingeführte und bewährte Techniken nicht un-  
05 nötig aufgegeben werden sollen. Da es aber für die in-  
teгриerte Abwicklung von unterschiedlichen Diensten  
schlechthin nicht möglich ist, es überall bei den bis-  
herigen Konzepten zu belassen, muß ein Mindestmaß sol-  
cher Details vorgegeben werden, die einheitlich für  
10 die verschiedenen Dienste zur Anwendung kommen können.  
So ist beispielsweise für den Dienst "Fernsprechen" ein  
vollsynchrones Zeitmultiplexsystem nicht ungewöhnlich.  
Allein dafür würde man wohl aber Datenraten bis in den  
Gbit/s-Bereich, zumal in einem Lokalen Kommunikations-  
15 system, nicht vorsehen. Weiterhin sind im Bereich pri-  
vater Nebenstellenanlagen zwar Sternnetze weit verbreit-  
et, nicht jedoch solche mit optischen und/oder elek-  
trischen Kanälen, für die die einzelnen Teilnehmersta-  
tionen für die Sende- und die Empfangsrichtung über ge-  
20 trennte, in einem zentralen optischen bzw. elektri-  
schen Sternkoppler zusammengeführte optische und/oder  
elektrische Anschlußleitungen miteinander verbunden  
und mit solchen Komponenten ausgerüstet sind, die für  
den Zugriff auf einen Kanal benötigt werden.
- 25 Merkmale wie Sternnetz, optische und/oder elektrische  
Kanäle, voneinander getrennte Anschlußleitungen für  
die Sende- und die Empfangsrichtung, deren Zusammenfüh-  
rung in einem zentralen optischen bzw. elektrischen  
30 Sternkoppler sowie gegebenenfalls die Ausrüstung der  
angeschlossenen Stationen mit solchen Komponenten, die  
zur elektrisch-optischen bzw. optisch-elektrischen Si-  
gnalumwandlung und für den Zugriff auf einen Kanal be-

- 01   nötigt werden, sind - zumindest teilweise - von Rech-  
nersystemen her bekannt. Dafür sind dort vollsynchro-  
ne Zeitmultiplexsysteme, wahlfreier Zugriff, schnelle  
Leitungsvermittlung sowie auch Datenraten bis in den  
05   Gbit/s-Bereich weder für elektrische noch für optische  
Übertragung und Vermittlung gebräuchlich.

- Bezüglich der Breitbanddienste sind, wie eingangs  
schon erwähnt, viele Einzelheiten nicht geklärt. Die  
10   optische Übertragung ist beherrschbar, sowohl in ana-  
loger als auch in digitaler Technik. Deren Vermittlung  
erfolgt, wenn überhaupt, bisher in Form elektrischer  
Signale. Ein auf dem Heterodyn-Prinzip beruhendes Kon-  
zept - siehe DE - OS 32 37 845 (Erfinder: Strebel, B.;  
15   Bachus, E.-J.) - erfordert in jedem Fall Monomodefa-  
sern und -Koppler. Bei einem größeren Angebot an Breit-  
banddiensten sollte zumindest deren schmalbandige Si-  
gnalisierung im selben Netz mit den Schmal- und Mittel-  
banddiensten durchgeführt werden. Bei Ausführungsfor-  
20   men der Erfindung wird deshalb vom zentralen Sternkopp-  
ler zumindest der leere Zeitmultiplexrahmen und die  
Signalisierung aller integrierten Dienste an die ange-  
schlossenen Teilnehmer- bzw. Überwachungs-/Steuer-  
Stationen weiter geleitet.

- 25   In Bezug auf Mittelbanddienste, im wesentlichen also  
Datenübermittlung für Rechner, stellt ein vollsynchro-  
nes Zeitmultiplexsystem mit wahlfreiem Zugriff und  
schneller Leitungsvermittlung einen beachtlichen Ge-  
30   gensatz zu der dort bisher üblichen Paketvermittlung  
dar. Selbstverständlich ist hierbei eine schnelle  
Leitungsvermittlung, also eine Durchschaltung einer  
Punkt-zu-Punkt-Verbindung in etwa 5 ms oder weniger,

01 von besonderer Bedeutung. In Anbetracht dessen, daß  
bei einer schnellen TDMA-Vermittlung keine Paketverlu-  
ste auftreten, die für Sprach-, Ton- und Bewegtbildsi-  
gnale ohnehin nicht akzeptiert werden könnten, dürfte  
05 eine solche, für Datenverkehr an sich bisher unübliche  
Vermittlungstechnik, auch hier von Vorteil sein.

Bei bevorzugten Ausführungsformen der Erfindung ist  
ein Generator - als solcher an sich bekannt - vorgese-  
10 hen, der einen leeren Zeitrahmen erzeugt und diesen  
über eine Sendeleitung in den zentralen Stern-  
koppler einspeist. Aus Sicherheitsgründen sollten die-  
ser Sync.-Generator und der zentrale Sternkoppler ört-  
lich möglichst eng benachbart sein. Im Prinzip kann  
15 die Generierung und Einspeisung des leeren Zeitrahmens  
aber auch von einer entsprechend ausgerüsteten Teilneh-  
merstation wahrgenommen werden.

Kennzeichnend, und für Signale im optischen Bereich  
20 wichtiger als im elektrischen Bereich, wo eine Zwi-  
schenspeicherung von digitalen Signalen leicht möglich  
ist, sind für eine weitere Ausführungsform der Erfin-  
dung Zeitschlitz des Zeitmultiplexrahmens mit Schutz-  
zonen am Anfang und am Ende. Hierdurch wird zwar die  
25 für die eigentliche Nachricht nutzbare Übertragungska-  
pazität verringert, aber verhindert, daß in zwei be-  
nachbarten Zeitschlitz, die von verschiedenen Teil-  
nehmerstationen in den zentralen Sternkoppler gesendet  
werden, bei ungenauer Synchronisierung sich Zeitschlitz-  
30 inhalte gegenseitig zerstören. Eine solche Schutzzone  
kann beispielsweise am Anfang eines Zeitschlitzes für  
die Dauer von wenigen, d. h. ein, zwei oder drei Bits  
vor einem Startbit, am Ende nach einem Stopbit ebenso  
wenigen Bits entsprechend, gebildet werden.

- 01 An dieser Stelle soll kurz auf die Synchronisierung  
einer Teilnehmerstation eingegangen werden. Hierzu  
sendet sie an sich selbst in einem freien Zeitschlitz  
ein Prüfwort aus. Sie empfängt dieses Prüfwort nach  
05 der doppelten Laufzeit (2 mal einfache Entfernung bis  
zum zentralen Sternkoppler). Die Teilnehmerstation  
braucht ihren Sendezeitpunkt nur so zu verschieben,  
bis das Prüfwort zeitlich richtig, bezogen auf das  
Synchronisierwort des herrschenden Zeitrahmens, empfan-  
10 gen wird. Sind Synchronisierwort und Prüfwort im empfan-  
genen Zeitrahmen im richtigen Abstand, so sind sie es  
auch im Sternkoppler und damit auch bei der Aussendung.  
Da der Synchronismus auch im Betriebszustand leicht  
überwacht werden kann, benötigt man für die oben ge-  
15 nannten Schutzzonen in einem Zeitschlitz tatsächlich  
nur sehr wenige Leerbits.

- Einen besonderen Vorteil bieten Ausführungsformen der  
Erfindung mit einer beliebig wählbaren Bitrate inner-  
20 halb des Nutzbereichs eines Zeitschlitzes. Eine Varian-  
te dazu bilden Kanäle erhöhter, jeweils aus mehreren  
Zeitschlitzten innerhalb eines Rahmens gebildeter Daten-  
rate. Endeinrichtungen für die verschiedenen Dienste  
brauchen also nicht auf dieselbe Bitrate ausgelegt zu  
25 sein. Während der Aufbauphase einer Punkt-zu-Punkt-  
Verbindung signalisieren sich die betreffenden Teilneh-  
merstationen, mit welcher Bitrate sie ihre Nachrichten  
oder Daten für die vorhandenen Endgeräte des betref-  
fenden Dienstes senden bzw. empfangen können. Hier-  
30 durch wird also eine nicht unbeachtliche Flexibilität  
erreicht, die der Aufgabenstellung für die Erfindung  
zugrunde liegt. Die Art der Daten und deren Struktur,  
insbesondere die für sie gewählte Modulation oder Ko-

- 01 dierung, innerhalb des Nutzbereichs eines Zeitschlitz-  
zes ist bei Ausführungsformen der Erfindung ohnehin  
nicht fest vorgegeben, d. h. Lokale Kommunikationssy-  
steme entsprechend der Erfindung sind diesbezüglich  
05 transparent.

- Insbesondere bei Ausführungsformen der hier erläuterten Erfindung wird aus wirtschaftlichen Gründen und im Hinblick auf Änderungs- und Erweiterungsmöglichkeiten  
10 oder höhere Ausbaustufen Lokaler Kommunikationssysteme eine getrennte Führung der Breitband- und der übrigen Dienste vorgesehen sein. Koaxialkabel oder dergleichen können zwar z. B. im Frequenzmultiplex betrieben werden und für Breitbandsignale im optischen Bereich kommen  
15 beispielsweise gesonderte Lichtwellenleiter oder auch die Wellenlängenmultiplextechnik in Betracht. Insofern ist es auch für Ausführungsformen der Erfindung vorteilhaft, ein eigenes transparentes elektrisches bzw. optisches Koppelfeld mit einer Raumstufe für die  
20 Durchschaltung von Breitbanddiensten vorzusehen. Zeitstufen oder Zeit-/Raum-Stufen in Koppelfeldern müssen taktabhängig geschaltet werden. Da dies der Idee des transparenten Kanals entgegensteht, muß ein Koppelfeld in einem Lokalen Kommunikationssystem, das die ge-  
25 wünschte Flexibilität aufweisen soll, als reine Raumstufe ausgebildet sein. Zur Realisierung eines derartigen elektrischen Koppelfeldes stehen handelsübliche Bauelemente bzw. Schaltungen zur Verfügung.
- 30 Zweckmäßig für den Aufbau eines optischen Koppelfeldes sind optische Schalter in  $\text{LiNbO}_3$ -Technik. Derartige optische Schalter lenken durch ein angelegtes elektrisches Feld die Lichtwelle um, wirken also im Prinzip wie eine Weiche oder Abzweigung.

- 01 Sie lassen sich, wenn auch nicht in beliebigem  
Umfang, kaskadieren, so daß von einem Eingang eines  
Koppelfeldes aus mehrere Ausgänge erreichbar sind. So-  
fern ein ausreichend großes Koppelfeld mit derartigen  
05 optischen Schaltern nicht verfügbar ist, können bei  
Ausführungsformen der Erfindung auch mehrere kleinere  
Koppelfelder und mehrere Wellenlängen für die Übertra-  
gung von Breitbanddiensten vorgesehen werden. Während  
der im Schmalbandsystem stattfindenden Signalisierung  
10 für eine Breitband-Punkt-zu-Punkt-Verbindung findet  
dann hierfür eine entsprechende Zuweisung der zu be-  
nutzenden Wellenlänge und des einzuschaltenden Koppel-  
feldes statt.
- 15 Aus den bisherigen Erläuterungen ist zu entnehmen, daß  
die Vermittlung in einem Lokalen Kommunikationssystem  
gemäß der Erfindung im wesentlichen dezentral erfolgt.  
Dazu sind die Teilnehmerstationen mit solchen Kompo-  
nenten ausgerüstet, die für den Zugriff auf einen Ka-  
20 nal benötigt werden. Bei bislang bekanntgewordenen  
Systemen mit dezentraler Vermittlung werden häufig Ei-  
genschaften der verwendeten Netzstruktur und des Ver-  
mittlungsprinzips zur Beurteilung des einen - d.h. der  
Netzstruktur - und des anderen - d.h. der dezentralen  
25 Vermittlungstechnik - in unzulässiger Weise miteinan-  
der verknüpft. Eine dezentrale Vermittlung erfordert  
beispielsweise, den Summenverkehr allen angeschlosse-  
nen Teilnehmerstationen zuzuführen. Hierfür scheinen  
Ring- oder Linien-Strukturen für das Netz geeigneter  
30 zu sein als ein Sternnetz. Sicherheitsüberlegungen  
führen demgegenüber zu einer Sternstruktur. Hierbei  
sind wiederum höhere Kabellängen pro Teilnehmer nötig  
als bei Ringstruktur.

- 01 Bei der Erfindung sind für die Festlegung auf ein  
Sternnetz und einen dezentral gesteuerten Zugriff auf  
die Kanäle folgende Gründe ausschlaggebend:
- Bei einem Lokalen Kommunikationssystem sind die zu
  - 05 überbrückenden Entfernungen gering. Kabel- und Kabel-  
verlegungskosten spielen also eine untergeordnete  
Rolle. Auswirkungen eines Kabelbruchs oder eines ähn-  
lichen Defekts sind in Sternnetzen am geringsten.
  - 10 - Die Option auf optische Nachrichtentechnik für die  
Übertragung und die Vermittlung bedeutet, eine Si-  
gnalumwandlung in den elektrischen Bereich kann, und  
sollte deshalb auch, möglichst nur im Bereich der  
Teilnehmerstationen erfolgen. Ausnahmen, die diese
  - 15 Regel bestätigen, sind deshalb auf zentrale Einrich-  
tungen für Überwachungs-, Steuerungs- und ähnliche  
Aufgaben zu beschränken.
  - Damit ergibt sich ein System mit dezentraler Vermitt-
  - 20 lung, d.h. die einzelnen Teilnehmerstationen müssen  
so autonom ausgerüstet sein, daß sie von sich aus auf  
einen benötigten Kanal zugreifen können.

Aus dieser Konsequenz folgt allerdings ein Problem, das

25 ebenfalls gelöst werden muß, nämlich die Verhinderung  
eines unberechtigten Zugriffs auf einen Kanal, sowohl  
im Hinblick auf Abhörsicherheit als auch auf Störung  
von fremden Kanälen bzw. des gesamten Systems. Hierzu  
ist naturgemäß ein gewisser Aufwand erforderlich, der

30 sich jedoch gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführ-  
ungsform der Erfindung auf Schalter an den Anschluß-  
leitungen für die Sende- und die Empfangsrichtung am  
zentralen Sternkoppler und auf eine als Überwachungs-



- 01 einrichtung für den Belegungszustand der Kanäle aus-  
gebildete Station beschränkt, die diese Schalter dem  
Belegungszustand entsprechend steuert. Aufgrund die-  
ser Maßnahmen ist es also möglich, nur den jeweiligen  
05 Teilnehmerstationen die ihnen zugeordneten Zeitschlitz-  
ze, sowohl in der Sende- als auch in der Empfangs-  
richtung, durchzulassen. Signalisierungen können alle  
angeschlossenen Teilnehmerstationen über einen - oder  
mehrere - ständig für diesen Zweck freigegebene(n)  
10 Zeitschlitz(e) in den zentralen Sternkoppler absetzen.  
Von dort aus kann dann die Überwachungseinrichtung nach  
Art einer zentralen Vermittlungssteuerung für die  
Durchschaltung der gewünschten Punkt-zu-Punkt-Verbin-  
dungen sorgen.
- 15 Selbstverständlich sind hierzu weitergehende, auf dem-  
selben Grundprinzip beruhende Alternativen möglich.  
Beispielsweise ist jeder Teilnehmerstation auf der  
Empfangsleitung das Synchronisierzeichen zuzuführen.
- 20 Dementsprechend ist ein Schalter an der Anschlußlei-  
tung für die Empfangsrichtung so zu steuern, daß ei-  
nerseits - wie oben - ein einer Teilnehmerstation spe-  
zifisch zugeordneter Zeitschlitz, dazu ein allgemein  
allen Teilnehmerstationen zugeordneter Zeitschlitz,  
25 nämlich das Synchronisierzeichen, und andererseits in  
den verbleibenden Zeitschlitzten weitere Synchronisier-  
zeichen zugeführt werden. Auf diese Weise empfängt eine  
Teilnehmerstation nur die für sie selbst bestimmten,  
individuellen und geheim bleibenden Nachrichten, wäh-  
30 rend Nachrichten in anderen Kanälen, die für andere  
Teilnehmerstationen bestimmt sind, bei ihr nicht mehr  
eintreffen bzw. infolge Nebensprechen möglicherweise  
an sie gelangende, fremde Nachrichten von einem Syn-

01 chronisierzeichen überdeckt werden.

Speziell auf ein Sternkoppler-TDMA-System gemäß der Erfindung angepaßt ist eine weitere Alternative. Die

05 Schalter zwischen den Anschlußleitungen und dem Sternkoppler lassen dabei natürlich auf den Empfangsleitungen den Zeitschlitz mit dem Synchronisierzeichen sowie alle leeren, d.h. nicht belegten Zeitschlitze, in beiden Richtungen durch. Wird ein Zeitschlitz für eine

10 Punkt-zu-Punkt-Verbindung belegt, werden für die Dauer eines solchen Zeitschlitzes die Schalter an den Empfangs- und Sendeleitungen aller anderen, an dieser Verbindung nicht beteiligten Teilnehmerstationen geöffnet bzw. an den Empfangsleitungen auf einen Besetztzeichen-Ge-

15 nerator umgeschaltet. Diese Alternative liegt wieder näher am Prinzip der dezentralen Vermittlung, gewährleistet dennoch volle Abhörsicherheit und ermöglicht weiterhin, Urheber von Störungen in kürzester Zeit zu lokalisieren und diese sodann vom System abzuschalten.

20 Dies sei anhand eines Beispiels näher erläutert: Hierzu wird zunächst angenommen, der Zeitmultiplexrahmen sei noch völlig leer, d.h. alle Teilnehmerstationen empfangen das Synchronisierzeichen, senden aber nicht. Alle Teilnehmerstationen haben jetzt die Möglichkeit, auf

25 einen beliebigen Zeitschlitz zuzugreifen. Eine Signalisierung der Teilnehmerstation A an die Teilnehmerstation B wird von allen Teilnehmerstationen und der als Überwachungseinrichtung ausgebildeten Station empfangen. Ebenso verläuft die Rückmeldung, wobei diese in

30 einem zweiten Zeitschlitz von jeder beliebigen Teilnehmerstation, die vom Berechtigten als Teilnehmerstation B definiert worden ist (Rufumlenkung), ausgesendet werden kann. Nunmehr öffnet die Überwachungsein-

- 01 richtung die Schalter an den Sendeleitungen  
aller anderen Teilnehmerstationen für die Dauer dieses  
Zeitschlitzes und legt die Schalter an den zugehörigen  
Empfangsleitungen auf den Besetztzeichengenerator um.
- 05 Während die Teilnehmerstationen A und B nun über die  
betreffenden Zeitschlitzte ihre Nachrichten austauschen,  
können also alle anderen Teilnehmerstationen in diesen  
Zeitschlitzten keine Signale in den zentralen Sternkopp-  
ler absetzen, die bestehende Verbindung also in keiner
- 10 Weise stören. Sie können die für sie nicht bestimmten  
Nachrichten auch nicht auswerten, vielmehr erhalten  
sie an deren Stelle durch das Besetztzeichen die Infor-  
mation, daß es zwecklos ist, auf diese Zeitschlitzte zu-  
greifen zu wollen.
- 15 Eine Störung, für die eine noch unbekannte Teilnehmer-  
station der Urheber ist, läßt sich leicht dadurch loka-  
lisieren, daß entweder zunächst alle Sendeleitungsschalter  
geöffnet und einzeln nacheinander wieder geschlossen
- 20 oder einzeln nacheinander geöffnet werden, bis der Ur-  
heber entdeckt ist. Die Teilnehmerstation, der die  
Störquelle zugeordnet worden ist, wird bis zur Besei-  
tigung der Störquelle vom Sendebetrieb ausgeschlossen,  
d.h. ihr Sendeleitungsschalter bleibt solange geöffnet.
- 25 Für Datenverkehr, bei dem nur eine Teilnehmerstation  
sendet und eine andere empfängt, kann übrigens nach  
abgeschlossener Signalisierung der zweite Zeitschlitz  
wieder freigegeben werden. Auch diese Tatsache ist
- 30 hinsichtlich der gewünschten Transparenz für Ausführ-  
ungsformen der Erfindung von Bedeutung.

In diesem Zusammenhang ist darauf hinzuweisen, daß

01 zweckmäßig auch hier optische Schalter in  $\text{LiNbO}_3$ -  
Technik, vorzugsweise zusammen mit einem zentralen optischen  
Sternkoppler als integriertes Bauteil, ausgebildet  
werden.

05 Wie für Kommunikationssysteme, insbesondere Lokale  
Kommunikationssysteme allgemein bekannt und gebräuch-  
lich, ist es auch für Ausführungsformen der Erfindung  
sinnvoll und vorteilhaft, eine als Überleiteinrichtung  
10 zu einem anderen, insbesondere öffentlichen Netz sowie  
eine für Überwachungs-, Steuerungs- und insbesondere  
Gebührenerfassungsaufgaben ausgebildete Station vorzu-  
sehen. Diese Stationen sollten sich möglichst an zen-  
traler Stelle, also zusammen mit dem Sternkoppler und  
15 Koppelfeldern für Breitbanddienste, an einem gemeinsa-  
men Ort befinden.

In der Zeichnung sind schematisch Ausführungsformen der  
Erfindung dargestellt. Dabei zeigen:

20

Fig. 1: ein Prinzipschaltbild für ein Lokales Kommu-  
nikationssystem - LKS - mit Sternnetz und  
optischen und/oder elektrischen Kanälen;

25

Fig. 2: ein Blockschaltbild einer vereinfachten  
Sternkopplerstelle für schnelle Durchschal-  
tevermittlung bei Schmalbanddiensten und  
schnellem Datenverkehr;

30

Fig. 3: ein Schaubild für Aufbau und Organisation  
eines Zeitrahmens für das TDMA-System mit  
einigen detaillierten Beispielen für des-  
sen Zeitschlitz;

Fig. 4: ein Schaubild zur Erläuterung der Funkti-  
on einer Synchronisierungs-Einstellung/  
Überwachung;

- 01        Fig. 5: ein Schaubild zur Erläuterung der Funktion  
             der Schaltstellungen von Schaltern an ei-  
             nem Sternkoppler in einem LKS gemäß Fig. 1  
             und der Zugriffsmöglichkeiten auf Schmal-  
05        band- und schnelle Datenkanäle;  
             Fig. 6: eine Prinzipskizze für einen elektrischen  
             Sternkoppler;  
             und Fig. 7: ein Blockschaltbild mit den wesentlichen  
             Bestandteilen, die für eine Punkt-zu-  
10        Punkt-Verbindung in nur einer Übertragungs-  
             richtung in einem LKS benötigt werden.

- Wie Fig. 1 erkennen läßt, ist wesentliches Kernstück  
eines Lokalen Kommunikationssystems LKS mit optischen  
15        und/oder elektrischen Kanälen gemäß der Erfindung ein  
             Sternkoppler 1. An ihm sind über getrennte Sendelei-  
             ter 2 und Empfangsleiter 3 die einzelnen Teilnehmersta-  
             tionen 4 angeschlossen. Direkt in den Sternkoppler 1  
             wird über eine eigene Sendeleitung 5' von einem Syn-  
20        chronisierungszeichen-Generator 6 ein leerer Zeitrahmen  
             eingespeist. Er wird an alle Teilnehmerstationen 4 ver-  
             teilt und gilt als gemeinsame Referenz für das Zeitmul-  
             tiplexsystem. Dieser Teil des Systems mit optischen  
             oder elektrischen Kanälen ist mit schneller Leitungsver-  
25        mittlung für die Abwicklung von Schmal- und Mittelband-  
             Diensten ausgelegt, also entweder weitgehend mit opti-  
             schen oder ausschließlich mit elektrischen Komponenten  
             aufgebaut.
- 30        Zur Verhinderung eines unbefugten Zugriffs auf Zeit-  
             schlitze sind zwischen dem Sternkoppler 1 und den Sen-  
             de- und Empfangsleitern 2, 3, die zu den einzelnen  
             Teilnehmerstationen 4 sowie zu einer Überleiteinrich-

01 tung 7 führen, Schalter 8 vorgesehen. Diese werden,  
entsprechend dem Belegungszustand der einzelnen Zeit-  
schlitze für die verschiedenen Verbindungen von einer  
Überwachungs- und Steuer-Einrichtung 9 gesteuert. Die  
05 betreffenden Informationen bezieht die Überwachungs-  
und Steuereinrichtung 9 über eine individuelle Empfangs-  
leitung 5'' vom Sternkoppler 1, ähnlich wie ein Emp-  
fangsteil einer Teilnehmerstation bzw. der Überleitein-  
richtung 7, und wertet diese nach Art einer Vermitt-  
10 lungssteuerung aus.

Für Breitbanddienste, die als solche ebenfalls in Form  
optischer oder elektrischer Kanäle und getrennt von den  
Schmal- und Mittelbanddiensten übermittelt werden, sind  
15 entsprechende Komponenten für eine getrennte Führung  
vorgesehen. Hierbei handelt es sich beispielsweise um  
Frequenzumsetzer an den Enden von Koaxialkabeln oder  
dergleichen für die Teilnehmeranschlußleitungen oder  
um elektro-optische bzw. opto-elektrische Wandler und  
20 gegebenenfalls Multiplexer/Demultiplexer sowie faser-  
optische Anschlußleitungen. Außer einer Realisierung  
mit Wellenlängenmultiplex sind beispielsweise auch wei-  
tere getrennte Sende- und Empfangsleiter in den Teil-  
nehmeranschlußleitungen möglich. Während die Signali-  
25 sierung für Breitbanddienste mit optischen oder elek-  
trischen Kanälen auf jeden Fall im Bereich des Stern-  
koppler-TDMA-Systems abgewickelt wird, erfolgt die  
Durchschaltung von Breitbanddiensten in einem elektri-  
schen bzw. optischen Breitband-Koppelfeld 10.

30 Das erfindungsgemäße System ist transparent in dem  
Sinne, daß bis auf die Länge (Dauer) eines Zeitschlitzes  
keine weiteren Vorgaben bezüglich Art und Struktur der

- 01    Daten, Modulation, Kodierung usw. gemacht werden. Im  
Breitbandbereich entfällt darüber hinaus die Festlegung  
auf eine Zeitschlitzlänge. Die Breitbanddienste können  
auch als analoge Signale übertragen und in dem transpa-  
05    renten Breitband-Koppelfeld 10 durchgeschaltet werden.

- Das Netz hat Sternstruktur. Es ist hinsichtlich der er-  
forderlichen Bandbreiten für die unterschiedlichen  
Dienste in zwei Subsysteme untergliedert. Signalisie-  
10    rungen, Schmalbanddienste und schneller Datenverkehr  
werden z. B. als elektrische Signale im Basisband oder  
als optische Signale über eine erste Lichtwellenlänge  
 $\lambda_1$  im einen, Breitbanddienste z. B. im VHF- oder UHF-  
Bereich oder über mindestens eine andere Lichtwellen-  
15    länge  $\lambda_2$  im anderen Subsystem abgewickelt. Dem entspre-  
chend befinden sich an den Teilnehmeranschlußleitungen  
mit rein elektrischen, rein optischen oder hybriden  
elektrisch-optischen Sendeleitern 1 und Empfangslei-  
tern 2 Leitungsanpassungseinheiten 11 bzw. 12. Im Sub-  
20    system für Schmalbanddienste und schnellen Datenver-  
kehr werden die Kanäle nach dem Prinzip der dezentra-  
len Vermittlung, im Subsystem für Breitbanddienste nach  
dem Prinzip der zentralen Vermittlung durchgeschaltet.
- 25    Für ein Koppelfeld 10 zur Breitband-Vermittlung können  
für Signale im elektrischen Bereich elektronische Gatter-  
schaltungen und für Signale im optischen Bereich  
Matrizen verwendet werden, die aus optischen  $\text{LiNbO}_3$ -  
Schaltern aufgebaut sind. Ein Vorteil der optischen  
30    Vermittlung ist die Bitratenunabhängigkeit für die  
übermittelten Daten, was insbesondere der für ein LKS  
erforderlichen Flexibilität entgegenkommt, d. h., für  
die Teilnehmer sind in diesem System verschiedene

- 01 Breitbanddienste gleichzeitig möglich. Beispielsweise  
können jeweils ein Paar oder eine Gruppe von Teilneh-  
mern 4 an einem Dienst "hochaufgelöstes Fernsehen"  
(high definition television - HDTV), andere am Dienst  
05 "Bildtelefon", hierbei entweder mit herkömmlichem  
Standard, mit TV-Qualität, mit Studio-Qualität, usw.  
teilnehmen.

- Obwohl sich die verschiedensten Dienstekategorien defi-  
nieren lassen und entweder dem einen oder dem anderen  
Subsystem zuordnen lassen würden, sind Übereinstimmun-  
gen oder zumindest Ähnlichkeiten in Teilaspekten in so  
großem Umfang vorhanden, daß hierdurch eine Verknüpfung  
und eine gewisse Abhängigkeit eines Subsystems vom an-  
15 deren, d. h. also ein integriertes LKS gemäß der Erfin-  
dung sinnvoll ist. Da Schmal- und Breitbanddienste  
stark unterschiedliche Übertragungsbandbreite erfordern,  
wird hierfür allerdings kein gemeinsames Zeitmultiplex-  
system vorgesehen. Dies würde einen unangemessen hohen  
20 Aufwand bezüglich der Schmalbanddienste verursachen und  
zudem infolge einer dazu notwendigen leistungsintensi-  
ven, schnellen Elektronik einen Notbetrieb für Schmal-  
banddienste bei Ausfall der Spannungsversorgung prak-  
tisch unmöglich machen.

- 25 Das Zeitmultiplexsystem mit wahlfreiem Zugriff (TDMA-  
System) im Subsystem für Schmalbanddienste und schnel-  
len Datenverkehr ermöglicht einen schnellen Aufbau von  
Punkt-zu-Punkt-Verbindungen in einer Aufbauzeit von  
weniger als 5 msec. Hierdurch ist der Vorteil einer  
30 effektiven Kanalausnutzung begründet. Die Kanäle brau-  
chen nämlich praktisch nur für die Dauer eines Daten-  
transfers und deshalb jeweils für verhältnismäßig kur-



01 ze Zeit belegt zu werden. Es ist auch eine hohe Sicher-  
heit bei Datenverkehr gegeben, da Kollisionen nur wäh-  
rend der sehr kurzen Phase des Verbindungsaufbaus,  
nicht jedoch während der sich daran anschließenden  
05 Phase der Datenübertragung, auftreten können. Im Ver-  
gleich zu anderen Datentransfersystemen kann damit bei  
Ausführungsformen der Erfindung auch Redundanz zur Mar-  
kierung, Sicherung etc. entfallen.

10 Im Hinblick auf die Entwicklung optischer Nachrichten-  
systeme befassen sich die Ausführungsformen der Erfin-  
dung insbesondere mit Verfahren und Einrichtungen, mit  
denen auch die Vermittlung der Signale auf optischem  
Wege durchzuführen ist. Wenn nämlich die Übertragung  
15 der Signale ausschließlich auf optischem Wege erfolgt,  
sind im wesentlichen nur bei den Teilnehmerstationen 4  
elektro-optische bzw. opto-elektrische Wandler 19, 20  
(vgl. Fig. 7) erforderlich. Bei zentralen Einrichtun-  
gen, insbesondere für die Steuerung von Vermittlungs-  
20 stellen, sowie an Übergängen in andere, insbesondere  
öffentliche Netze, sind derartige Wandler natürlich  
ebenfalls erforderlich. Funktionselemente in einem LKS  
zur Signalregeneration, Verstärkung etc. von Signalen  
sollten außerhalb von Teilnehmerstationen 4 nach Mög-  
25 lichkeit entfallen können oder ebenfalls auf optischer  
Signalverarbeitung beruhen. Hierdurch ergeben sich  
insbesondere für die Vermittlung von Breitbandkanälen  
erheblich günstigere Lösungen als bei Vermittlung sol-  
cher Signale auf elektrischem Wege.

30

Der Einsatz von optischen  $\text{LiNbO}_3$ -Schaltern setzt ins-  
gesamt Monomode-Technik, auch für die Übertragungslei-  
tungen 2, 3 also Monomodefasern voraus. Ein auch für

- 01 elektrische Kanäle sowie auch für optische Kanäle mit  
Multimode-Technik geeignetes LKS, bei dem am zentralen  
Sternkoppler 1 auf Schalter 8 an den Anschlüssen der  
Sendeleiter 2 und Empfangsleiter 3 verzichtet  
05 wird, kann mit einer Vermittlungsstelle für Schmalband-  
dienste gemäß Fig. 2, ansonsten entsprechend Fig. 1,  
aufgebaut werden. An den elektrischen bzw. optischen  
Sternkoppler 1 sind dann die einzelnen Teilnehmeran-  
schlußleitungen 2, 3 sowie über die Sendeleitung 5' der  
10 Synchronisierzeichen-Generator 6, auch eine Empfangs-  
leitung 5'', die zur Steuereinrichtung 9 eines Breit-  
bandkoppelfeldes führt, und Sende- und Empfangsleiter  
2, 3 für die Überleiteinrichtung 7, direkt angeschlos-  
sen. Bei dieser Ausführungsform läßt sich allerdings  
15 nicht mehr die Abhör- und Ausfallsicherheit so leicht  
gewährleisten wie bei einer Ausführungsform, die voll-  
ständig Fig. 1 entspricht. Selbstverständlich kann  
auch eine Ausführungsform gemäß Fig. 2 mit optischen  
Kanälen in Monomode-Technik aufgebaut sein.
- 20 Optische Koppelfelder 10 für öffentliche Netze mit ent-  
sprechend großer Teilnehmerzahl lassen sich nach dem  
derzeitigen Stand der Entwicklung in Lithium-Niobat-  
Technik noch nicht realisieren. Substrate in herkömm-  
25 licher Größe (2-Zoll-Wafer) erlauben nur eine Kaskadie-  
rung von fünf Ebenen aus  $\text{LiNbO}_3$ -Schaltern auf Richt-  
kopplerbasis und geben somit die maximale Größe einer  
Schaltmatrix, z. B. 4 x 4- oder 3 x 5-Matrizen, vor.
- 30 Ein weiterer Grund, der einen Einsatz von  $\text{LiNbO}_3$ -Kompo-  
nenten in komplexen Koppelfeldern derzeit noch erschwert,  
ist die vergleichsweise hohe Durchgangsdämpfung einer  
einzelnen bekannten Schaltmatrix. Für die oben erwähnte,  
bekannte 4 x 4-Matrix werden 6,25 dB Durchgangsverlust

01 angegeben. Die Kaskadierbarkeit derartiger Koppelmatrizen ist damit auf maximal 6 Stufen beschränkt. Blockierungsfreie "Clos'sche" optische Koppelfelder der Größe 36 x 36 sind also durchaus realisierbar. Mittels Konzentration und Expansion und einer Inkaufnahme der dadurch begründeten Blockierungen können immerhin rund 100 Teilnehmerstationen 4 an ein solches optisches Koppelfeld 10 in einem LKS angeschlossen werden.

10 In Fig. 3 ist zur näheren Erläuterung des Zeitmultiplex-Systems mit wahlfreiem Zugriff - TDMA-System - die Folge von Zeitschlitten  $S_0, \dots, S_{(N-1)}$  eines Zeitrahmens sowie der Aufbau einzelner Zeitschlitz in diesem Zeitrahmen anhand von vier Beispielen dargestellt. Ein solches TDMA-System herrscht in dem "Subsystem" für Schmalbanddienste und schnellen Datenverkehr, und beinhaltet auch die Signalisierung für alle im LKS abwickelbaren Dienste, also auch die Signalisierung für Breitbanddienste.

20 Bei einem Rahmentakt entsprechend 2 kHz und  $N = 256$  Zeitschlitten pro Rahmen hat jeder Zeitschlitz die Dauer von

25 
$$\frac{0,5 \text{ msec}}{256} = 1,953125 \text{ } \mu\text{sec}.$$

Ausgehend von einer Bitrate - brutto - von 48 bit pro Zeitschlitz und einer Nutzbitrate von 32 bit pro Zeitschlitz, die auch in der Signalisierungsphase zumindest zu Beginn aller abwickelbaren Dienste zugrundegelegt wird, sowie einem Synchronisierbit SS zur Kennzeichnung des Beginns eines Zeitschlitzes, einem Startbit ST zur Kennzeichnung des Nutzbereichs und einem direkt darauf

- 01 folgenden Signalisierungsbit SG zur Kennzeichnung einer  
Signalisierung im Nutzbereich, verbleibt pro Zeit-  
schlitz netto die Dauer entsprechend 13 bit = 0,529  $\mu$ sec,  
im Falle eines Stop-bits SP von ca. 41 nsec am Ende des  
05 Nutzbereichs entsprechend 12 bit = 0,488  $\mu$ sec. Zur Ver-  
wendung als Schutzzone GT, die jeweils auf Beginn und  
Ende eines Zeitschlitzes in GT1 und GT2 aufgeteilt wer-  
den kann, ist der maximale Toleranzbereich vorgegeben, in-  
10 nerhalb dessen eine Nachricht oder Signalisierung im  
Zeitschlitz zeitlich in beiden Richtungen verschiebbar  
ist, ohne die Information eines benachbarten Zeit-  
schlitzes zu zerstören. Innerhalb des Nutzbereichs  
(und zwar nur dort), der in jedem der 256 Zeitschlitz  
die Dauer von 1,302  $\mu$ sec hat, können z. B. für einen  
15 64 kbit/sec-Kanal 32 bit zu je ca. 41 nsec, für einen  
512 kbit/sec-Kanal 8 x 32 bit zu je ca. 5 nsec unterge-  
bracht werden.

- Im Zeitschlitz SO eines jeden Zeitrahmens befindet sich  
20 das Rahmen-Synchronisierzeichen FS, dessen 32 bit einem  
fest für das System vereinbarten Muster entsprechen.  
Dabei nimmt das davor befindliche Signalisierungsbit SG  
auf jeden Fall den Zustand für Signalisierung ein. So-  
fern das Ende des Nutzbereiches noch durch ein Stop-bit  
25 SP markiert wird, kann auch dieses als zum Muster des  
Rahmen-Synchronisierzeichens FS gehörend angesehen wer-  
den. Dies gilt gleichfalls für das Startbit ST, so daß  
für das Muster dieses Zeichens FS praktisch insgesamt  
35 bit zur Verfügung stehen. Der Synchronisierzeichen-  
30 Generator 6 - vgl. Fig. 1 - setzt dieses Rahmen-Syn-  
chronisierzeichen FS zeitlich so in den Sternkoppler 1  
ab, daß die Schutzzonen GT1 und GT2 am Anfang und am  
Ende des Zeitschlitzes SO z. B. gleich lang sind.

- 01 Für einen Zeitschlitz S1 ist der Aufbau als Beispiel  
für einen 512 kbit/s-Kanal dargestellt, für einen Zeitschlitz S2 hingegen für einen 64 kbit/s-Kanal. Dort ist zudem der zeitliche Bereich am Ende des Nutzbereichs,  
05 in dem sich bei Zeitschlitz S0 und S1 das Stopbit SP befindet, offen dargestellt. Dies soll bedeuten, daß das Stopbit auch entfallen darf.

- Schließlich ist als Beispiel der Zeitschlitz S3 als  
10 leerer oder freier Zeitschlitz dargestellt. Dies ist für eine Teilnehmerstation, die auf diesen Zeitschlitz zugreifen will, erst nach Ablauf der Gesamtdauer GT für die Schutzzonen sicher erkennbar. Sollte eine andere Teilnehmerstation zur selben Zeit, d. h. während der  
15 betreffende Zeitrahmen im System herrscht, ebenfalls auf diesen freien Zeitschlitz S3 zugreifen, entsteht im Sternkoppler 1 ein undefinierbarer Zeitschlitzinhalt. Aufgrund einer solchen Kollision werden die betreffenden Teilnehmerstationen den Versuch, diesen Zeitschlitz  
20 für sich zu belegen, aufgeben und den Aufbau einer gewünschten Verbindung erneut in einem anderen Zeitschlitz versuchen. Diese Vorgehensweise ist sinnvoll und durchaus zumutbar.

- 25 Anhand der Fig. 4, in der in zwei Zeilen Ausschnitte des bei einer Teilnehmerstation 4 herrschenden Zeitrahmens gemäß Fig. 3 dargestellt sind, wird nun der Ablauf einer Synchronisation einer Teilnehmerstation auf diesen Zeitrahmen erläutert. In der oberen Zeile R ist  
30 über der Zeit t aufgetragen, wann auf der Empfangsseite R der Teilnehmerstation welcher Zeitschlitz - S0, ... S(N-1) - detektiert wird. Um im Sternkoppler den Synchronismus zu erreichen, muß die Sendeseite T früher

- 01 beginnen. In der zweiten Zeile T ist diese Differenz  
2 $\Delta$ t gegenüber der Zeile R angegeben. Sie wird bei der  
Installation der Teilnehmerstation ermittelt und ent-  
sprechend eingestellt. Infolge Temperaturschwankungen  
05 oder dergleichen kann sich die Laufzeit jedoch etwas  
ändern. Von der Sendeseite wird deshalb z. B. im Zeit-  
schlitz S4 ein Prüfwort C ausgesendet, das in derselben  
Teilnehmerstation ebenfalls im Zeitschlitz 4 der Zeile  
R, also auf der Empfangsseite, erwartet wird. Dies ist  
10 in Fig. 4 im Zeitschlitz S4 der Zeile R durch ein  
Fragezeichen "?" dargestellt. Trifft dort das Prüfwort  
C nicht innerhalb des zugelassenen Nutzbereichs des  
Zeitschlitzes S4 ein, so muß nur der Sendezeitpunkt auf  
der Sendeseite der Teilnehmerstation entsprechend ver-  
15 schoben werden. Um eventuelle Kollisionen während eines  
solchen Synchronisierungsvorganges zu vermeiden, kann  
das Prüfwort C, einschließlich Startbit ST und Signali-  
sierungsbit SG, kürzer als der eigentliche Nutzbereich  
eines Zeitschlitzes sein und von vornherein etwas spä-  
20 ter als sonstige Information (Signalisierung, Nachrich-  
ten) ausgesendet werden. D. h., die Schutzzone GT wird  
bei Prüfung des Synchronismus entsprechend länger und  
bietet dadurch die notwendige Sicherheit.
- 25 Die Fig. 5 zeigt für den Anschluß einer Teilnehmersta-  
tion 4, hier nur grob in Empfangsteil R und Sendeteil T  
untergliedert, über den Sendeleiter 2 und den Empfangs-  
leiter 3 sowie die entsprechend bezeichneten Schalter  
8(R), 8(T) an den Sternkoppler 1 das darunter darge-  
30 stellte Zeitdiagramm für die Zustände im Sendeteil T  
der Teilnehmerstation 4, im Sternkoppler 1 und im Empfangs-  
teil R der Teilnehmerstation 4. Ein Zeitschlitz SX, der  
vom Sendeteil T ausgesendet wird, befindet sich um die

01 Laufzeit  $\Delta t$  verschoben im Sternkoppler 1, nochmals um  
die Laufzeit  $\Delta t$  verschoben im Empfangsteil R derselben  
Teilnehmerstation (auch - wenn hier nicht dargestellt -  
beim anderen Teilnehmer). Während dieser Zeit befinden  
05 sich die Schalter 8(R), 8(T) in Stellung a. In einem  
späteren Zeitschlitz SZ setzt dieselbe Teilnehmerstation  
eine weitere Nachricht ab. Im Sternkoppler 1 ist diese  
Zeitlage jedoch bereits für eine andere Verbindung, an  
der dieser Teilnehmer nicht beteiligt ist, mit einem  
10 Zeitschlitz SY belegt. Die Steuerung 9 hat deshalb für  
diese Zeitdauer die Schalter 8(R), 8(T) in Stellung b  
umgeschaltet. Der Schalter 8(R) ist in der Stellung b  
an einen Besetztzeichen-Generator 13 angeschlossen, so  
daß die hier betrachtete Teilnehmerstation in dieser  
15 Zeitlage weder ihren ausgesendeten Zeitschlitz SZ noch  
den "fremden" Zeitschlitz SY, sondern einen mit einem  
Besetztzeichen versehenen Zeitschlitz SB empfängt. In  
Richtung von den Teilnehmerstationen zum Sternkoppler  
werden also vom Schalter 8(T) Störungen des Systems  
20 ferngehalten, in Richtung vom Sternkoppler zu Teilneh-  
merstationen vom Schalter 8(R) unberechtigtes Mithören  
verhindert. Infolge des in dieser Zeitlage empfangenen  
Besetztzeichens SB kann zudem die Teilnehmerstation das  
weitere Aussenden von Zeitschlitz SZ in dieser Zeit-  
25 lage abstellen.

Die Schalter 8(R) und 8(T) befinden sich in der Ruhela-  
ge in Stellung a. Das bedeutet, das System bleibt als  
solches funktionsfähig, wenn die Steuerung der Schalter  
30 8(R), 8(T) oder dgl. ausfällt. Sie werden nur in Stel-  
lung b geschaltet, wenn zum betreffenden Zeitpunkt die  
zugehörige Teilnehmerstation nicht auf einen Zeit-  
schlitz zugreifen soll oder darf.

- 01 Wird ein Schalter 8(R) kurz nach Beginn des Nutzinhalts  
eines Zeitschlitzes für nichtberechtigte Teilnehmersta-  
tionen von Stellung a in Stellung b gebracht, kann dort  
diese Nachricht praktisch nicht identifiziert werden,  
05 da sie zu stark verstümmelt ist. Damit ist also die Ab-  
hörsicherheit noch immer ausreichend gewährleistet. Ein  
Aufschalten eines Besetztzeichens ist nicht erforder-  
lich, der Kanal wird dennoch als besetzt erkannt.
- 10 In Fig. 6 ist für den Schmal- und Mittelbandbereich,  
d. h. das TDMA-System eines LKS mit elektrischen Kanä-  
len, ein "elektronischer Sternkoppler" schematisch dar-  
gestellt. Die ankommenden Sendeleitungen 2 führen, ge-  
gebenenfalls über Empfangsverstärker 21 und Schalter  
15 8(R) an ein ODER-Gatter 22, das aus zusammengeschalte-  
ten, kleineren Gatterelementen aufgebaut sein kann.  
Alle Eingänge werden also auf einen gemeinsamen Gatter-  
ausgang und von dort, gegebenenfalls über einen Zwi-  
schenverstärker 23, auf die parallel angeschlossenen  
20 Empfangsleitungen 3 geführt. Auch hier sind gegebenen-  
falls Schalter 8(T) sowie Sendeverstärker/Treiber 24  
für jede der Empfangsleitungen 3 vorgesehen. Der ge-  
strichelt eingerahmte Teil entspricht bezüglich seiner  
Funktion dem Sternkoppler 1 in Fig. 1. Die Funktion  
25 eines derartigen Sternkopplers 1 für optische Kanäle  
ist in der eingangs erwähnten älteren Anmeldung  
DE-P 34 19 087.2 erläutert.

- Die Fig. 7 zeigt für nur eine Übertragungsrichtung, da  
30 die andere identisch damit ist, die wichtigsten erfor-  
derlichen Einrichtungen für einen transparenten elek-  
trischen oder optischen Kanal eines LKS gemäß der Er-  
findung. Transparenter Kanal heißt hier, die Einrich-



01 tungen zwischen den Leitungsschnittstellen 19 und 20  
verhalten sich bezüglich der Übertragung wie eine ein-  
zelne Leitung. Von einem Endgerät 16', z. B. einer Ka-  
mera, wird das abgegebene elektrische Signal einem In-  
05 terface 17', z. B. auch zur Analog/Digital-Wandlung  
zugeführt. Daran schließt sich ein elektronisches Ge-  
rät 18', z. B. zur Formatwandlung des Digitalsignals  
und zur Leitungscodierung an. Diese Einrichtungen sind  
dienstespezifisch ausgebildet. Zur Sendeseite T der  
10 Teilnehmereinrichtungen einerseits, bereits zum trans-  
parenten elektrischen bzw. optischen Kanal andererseits  
gehört eine Leitungsschnittstelle 19, im Falle optischer  
Kanäle also ein elektro-optischer Wandler, z. B. ein La-  
ser, dem das vom Gerät 18' kommende Ausgangssignal zu-  
15 geführt wird und der ein entsprechendes elektrisches  
bzw. optisches Signal in den Sendeleiter 2 einspeist.  
Von dort gelangt dieses Signal in das Koppelfeld 10  
und wird dort auf den Empfangsleiter 3 durchgeschaltet,  
der zur Partner-Teilnehmerstation führt. Dort wird in  
20 der einerseits bereits zum Empfangsteil R, andererseits  
noch zum transparenten elektrischen bzw. optischen Ka-  
nal gehörenden Leitungsschnittstelle 20, im Falle opti-  
scher Kanäle also ein opto-elektrischer Wandler, z. B.  
einer Photodiode, das empfangene Signal als elektri-  
25 sches Signal einem elektronischen Gerät 18'' zugeführt,  
wo auch eine Taktregeneration sowie die zum Gerät 18'  
reziproken Vorgänge - Formatwandlung, Leitungsdecodie-  
rung - stattfinden. Danach wird das Signal in einem In-  
terface 17'' wiederum einem zum Interface 17' rezipro-  
30 ken Vorgang unterzogen und schließlich dem Endgerät 16'',  
z. B. einem Monitor, zugeführt. Auch hier sind die Ein-  
richtungen 16'', 17'' und 18'' dienstespezifisch ausge-  
bildet.

-32-

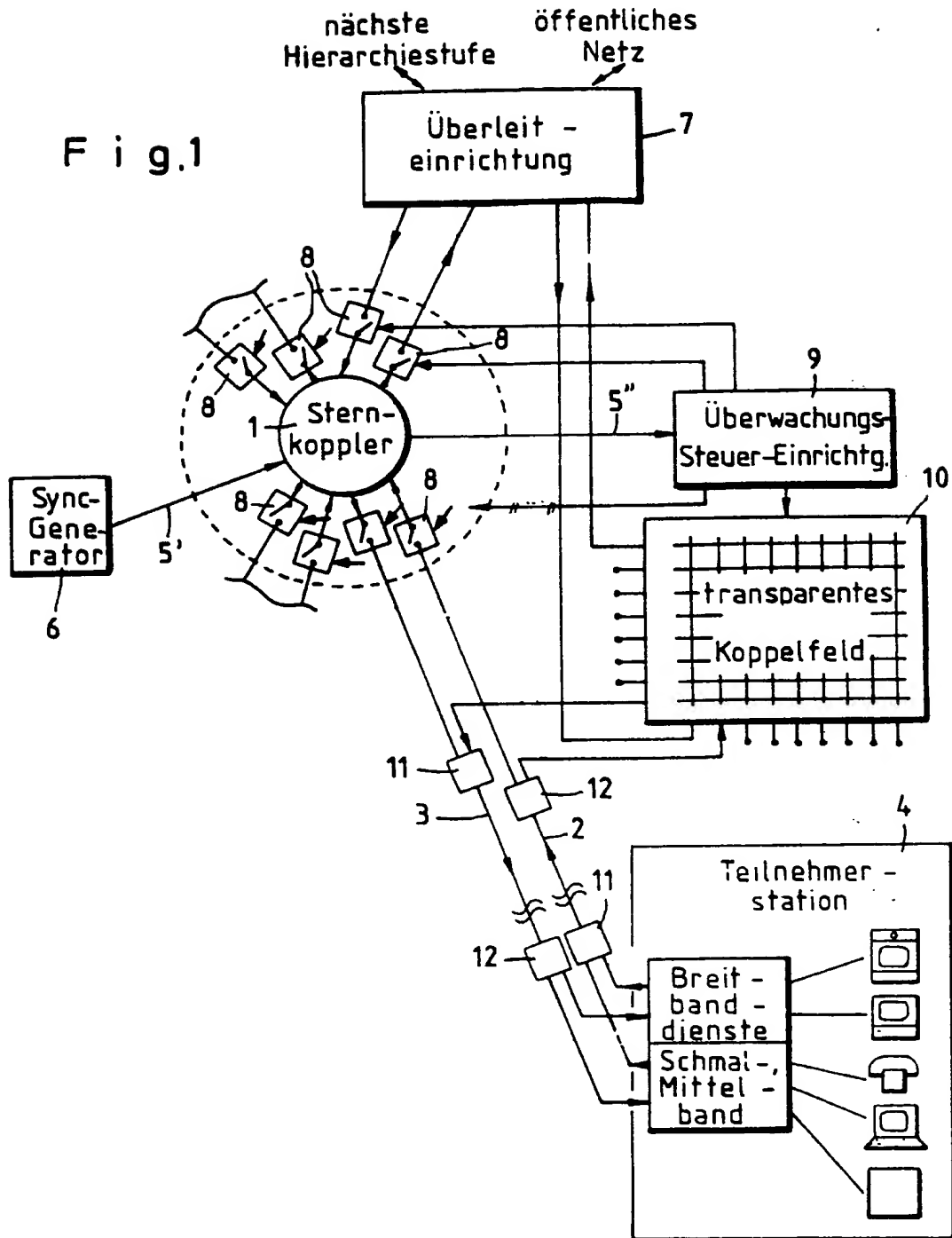
- Leerseite -

-37-  
1/5

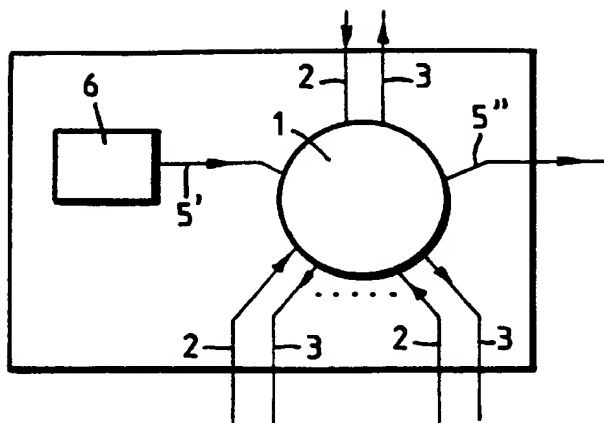
Nummer:  
Int. Cl.4:  
Anmeldetag:  
Offenlegungstag:

34 20 814  
H 04 J 3/24  
30. Mai 1984  
5. Dezember 1985

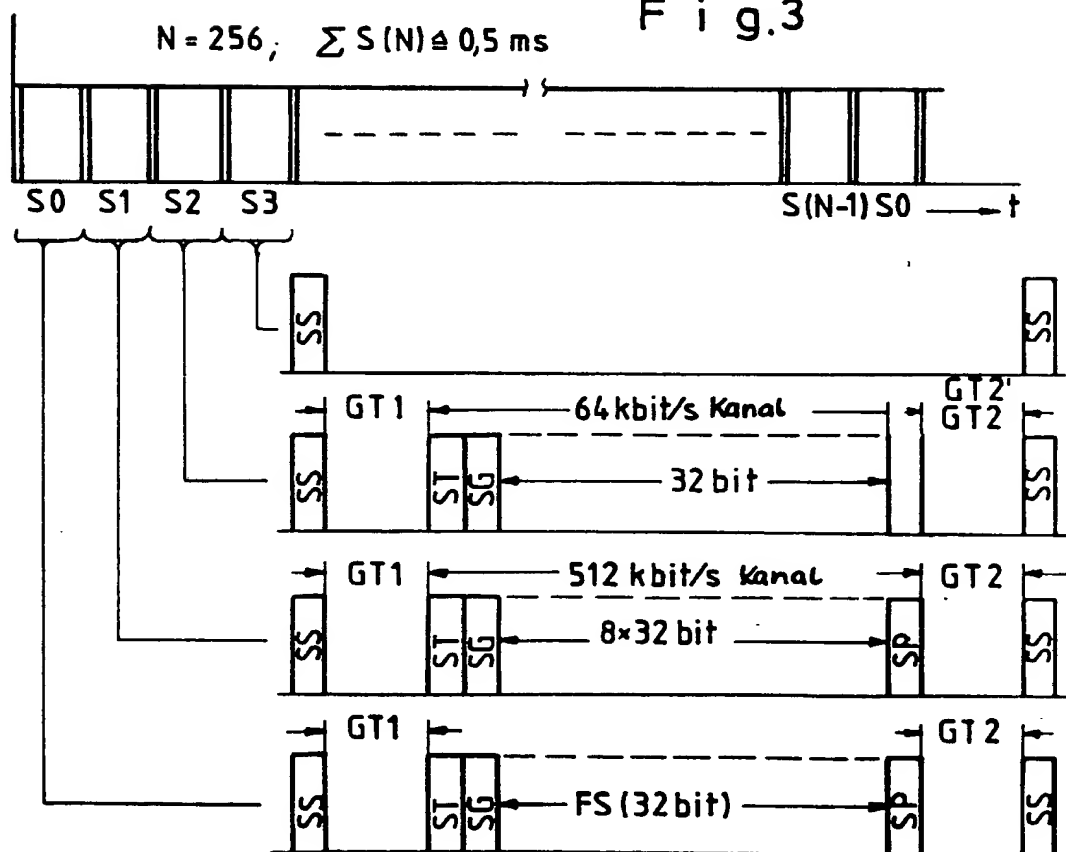
F i g.1



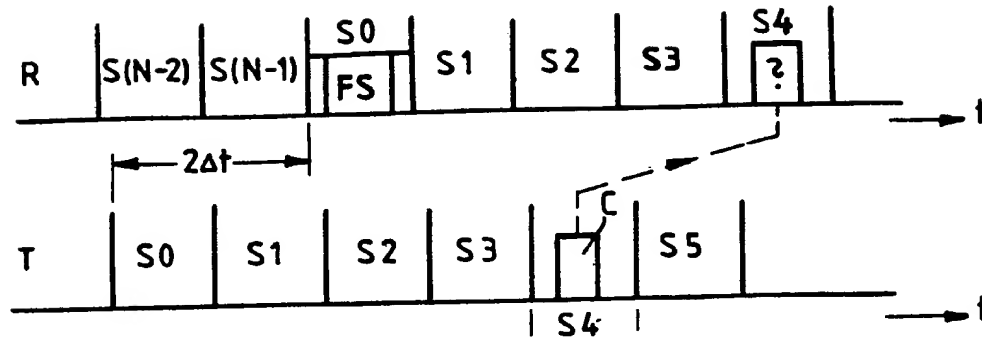
F i g. 2



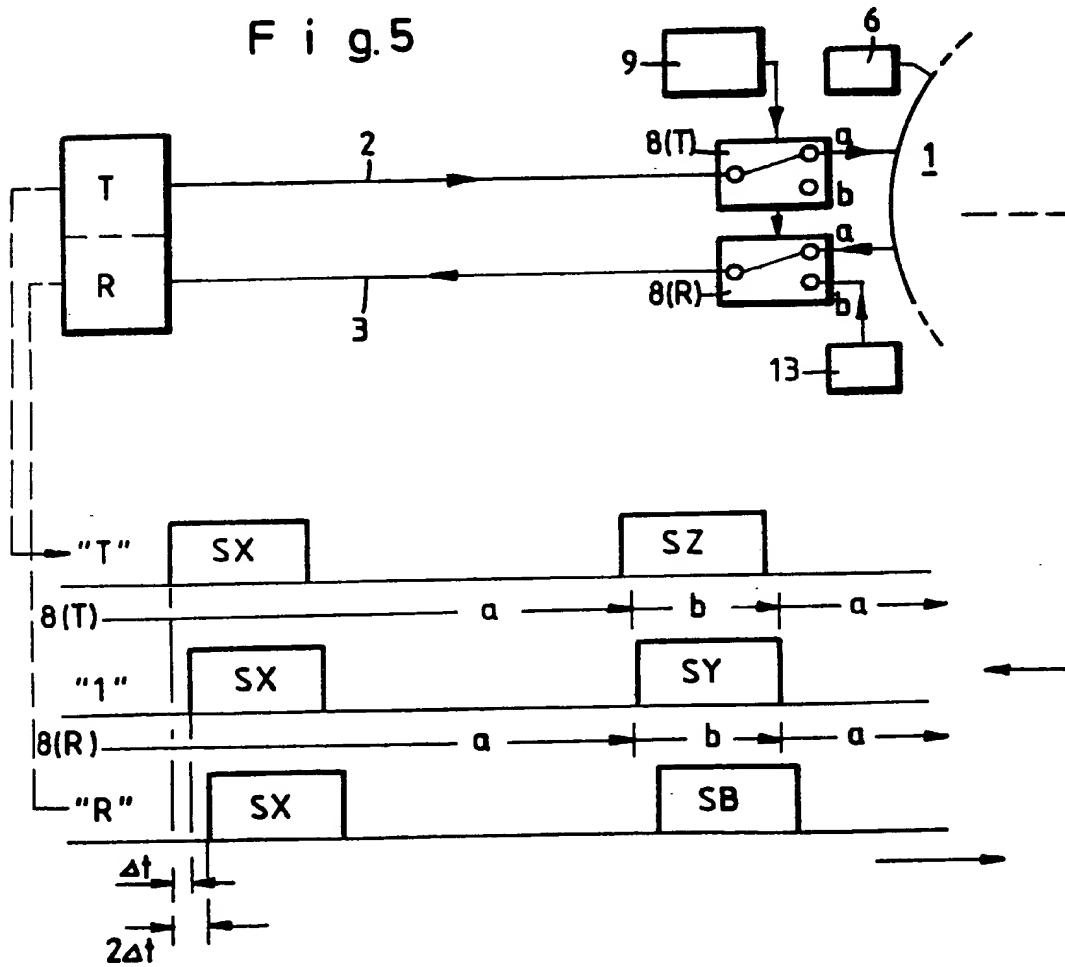
F i g. 3

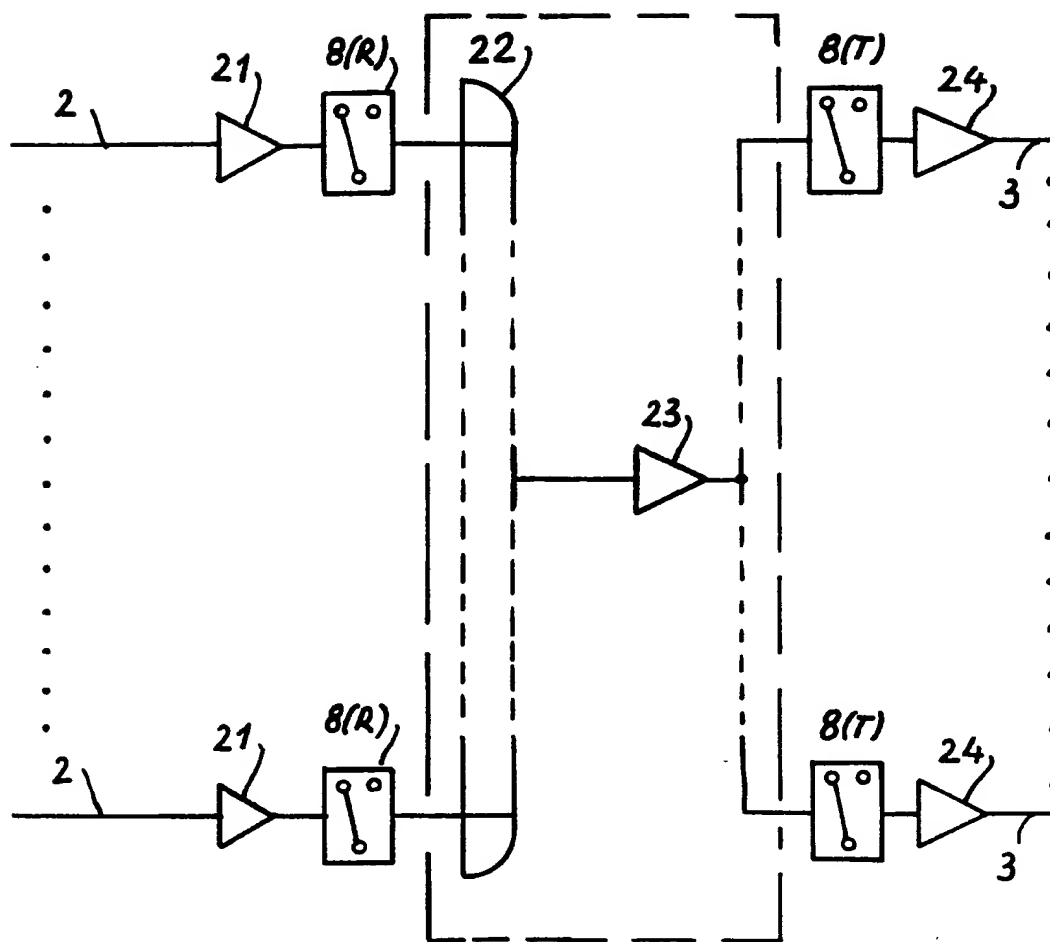


F i g.4



F i g.5





F i g. 6

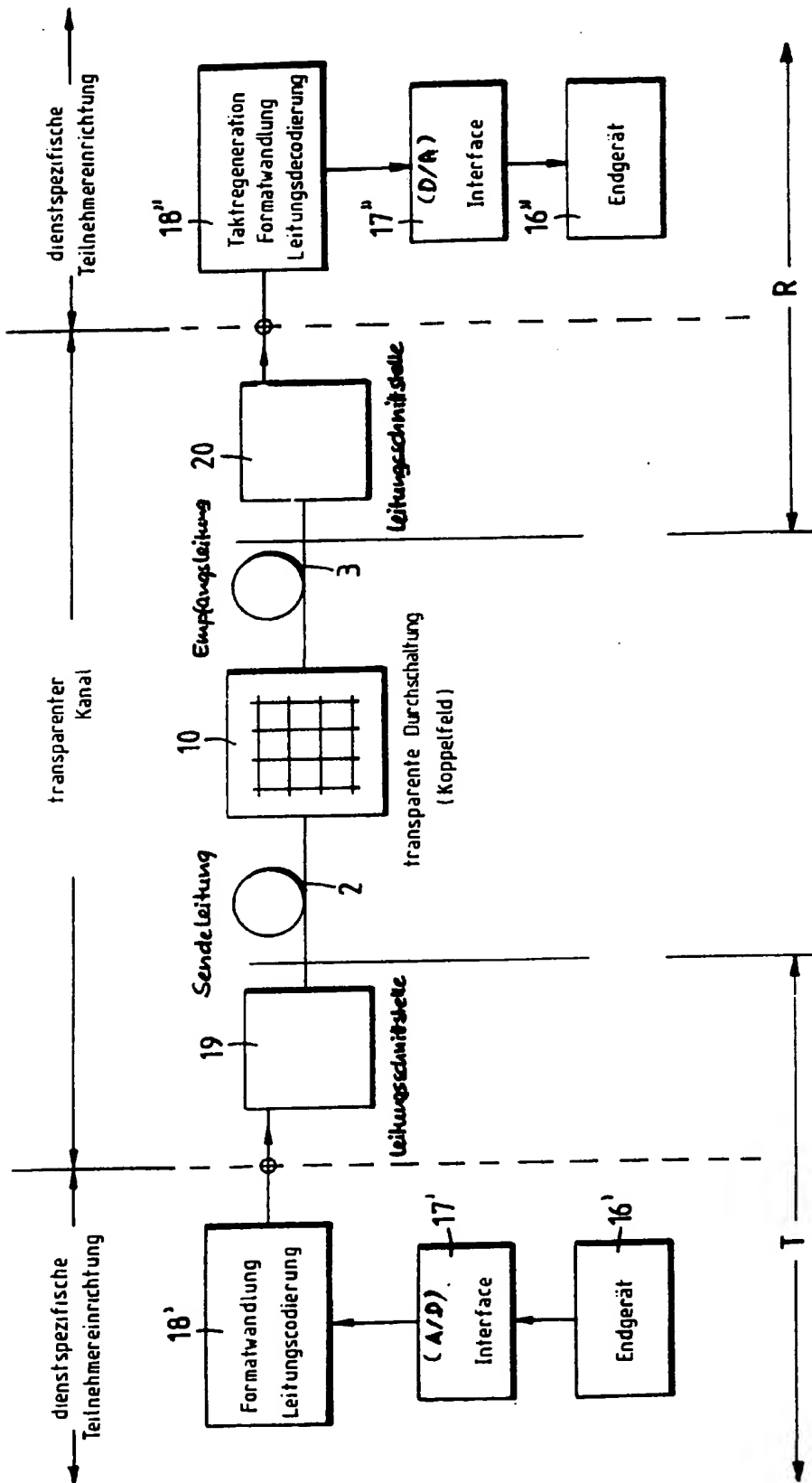


Fig. 7